

VOITURE QUI SE RECHARGE PAR INDUCTION

DUSHIMIMANA Guillaume
dguillaume2011@gmail.com

VAN GOETHEM Maxime
maxime.kami@outlook.com

RÉSUMÉ

Ce rapport est un compte rendu du projet effectué lors de notre bureau d'étude. Le but est de réaliser une voiture qui se recharge par induction. Le projet a été subdivisé en deux parties, la réalisation de la voiture et la réalisation de la recharge par induction. La conception de la voiture consiste à réaliser le châssis, monter les pneus, mettre en place les moteurs et réaliser les circuits de commande du moteur. La recharge par induction comprend la fabrication des inductances et la mise au point d'un circuit d'oscillation, d'un circuit de redressement et d'un circuit de recharge.

Mots-clefs : Induction, voiture, recharge, oscillateur.

1. INTRODUCTION

Lorsqu'on fait passer un courant alternatif dans une bobine, il y a apparition d'un flux électromagnétique dans chaque spire de la bobine, une force électromotrice est induite dans une bobine baignant dans ce flux électromagnétique. La valeur de cette force électromotrice est donnée par la loi de Faraday, qui dit que la force électromotrice induite est proportionnelle à la variation du flux magnétique au cours du temps, la formule suivante donne sa valeur :

$$E = -\frac{d\theta}{dt}.$$

C'est ce principe que nous comptons exploiter pour notre projet.

Au cours de ces dernières années nous avons vu apparaître sur le marché de l'électronique des kits de recharge par induction utilisés pour charger les téléphones, tablettes, ordinateurs portables et autres appareils. Ces kits sont constitués de deux parties, une partie émettrice et une partie réceptrice. Les appareils électroniques devenant de plus en plus performant, il n'en va pas de même pour la capacité des batteries, ces appareils deviennent donc de moins en moins autonomes en termes d'énergie. L'utilité d'une recharge sans fil prend alors toute son importance, un utilisateur d'appareils électroniques ne serait plus obligé de trouver une prise électrique pour recharger sa batterie. Le rendement de l'induction peut varier entre

50 et 90% à condition qu'on se trouve à une certaine distance de l'émetteur, on augmente cette distance en utilisant des circuits résonants sur le transmetteur et sur le récepteur. Un circuit résonant est composé d'au moins une inductance et une capacité, sa fréquence de résonance est donnée par la formule :

$$f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Les chargeurs par induction existants sur le marché jusqu'à maintenant transfèrent une puissance inférieure à 10 Watt, certaines compagnies travaillent actuellement sur le développement de systèmes plus grand pouvant alimenter des voitures.

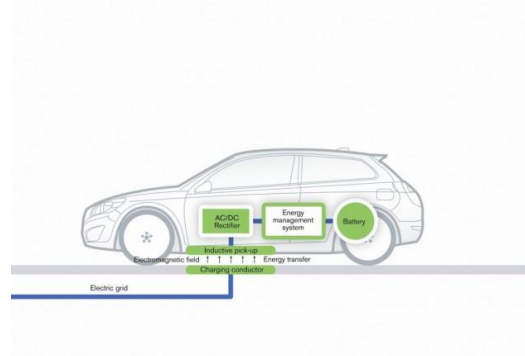


Figure 1 Voiture alimentée en énergie par induction

La station d'émission serait encastrée dans le sol et la voiture passerait par-dessus pour se recharger. La tension recueillie par la bobine de réception de la voiture passerait dans un redresseur de tension et serait utilisée pour recharger la batterie.

Notre objectif est d'utiliser ce principe pour une voiture plus petite que nous construirons.

2. DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES PARTIES DU PROJET

2.1. Construction de la voiture

Nous souhaitons construire une voiture télécommandée. Nous dessinons le châssis de la voiture avec un logiciel de dessin que nous imprimerons grâce à l'imprimante 3D. Dans les figures 2 et 4 nous avons

une représentation schématique de la commande de la voiture.

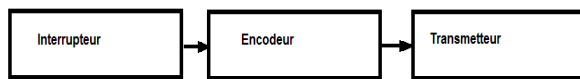


Figure 2 Schéma de la transmission

Pour transmettre une commande on utilise des interrupteurs en entrée d'un encodeur qui sérialise ces commandes pour permettre qu'elles soient transmises. Les données sérialisées sont ensuite envoyées dans un émetteur radiofréquence.

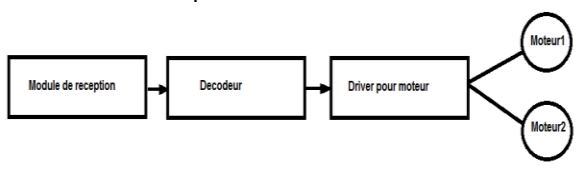


Figure 3 Schéma de la réception

La réception est réalisée grâce à un module de réception radiofréquence accordé à la même fréquence que l'émetteur, les données reçues sont envoyées dans un décodeur qui commande un driver moteur. Nous utilisons deux moteurs pour contrôler la direction.

2.2. Réalisation de l'induction

Pour réaliser l'induction, nous utilisons des bobines. Au primaire nous utilisons un circuit oscillateur pour générer un champ magnétique qui va induire un courant au secondaire. Le circuit de charge de batteries varier selon le type de batterie, mais en principe pour charger une batterie il faut lui fournir une tension supérieure à sa capacité, on rajoute généralement un système de contrôle de la charge pour éviter une surcharge. Nous utilisons des batteries alcalines.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Construction de la voiture

Les composants utilisés pour la construction de la voiture sont les suivants :

- Deux moteurs DC 12V
- Un driver L293DNE IC
- Un encodeur HT12E IC
- Un décodeur HT12D IC
- Un transmetteur ASK 433Mhz
- Un receveur ASK 433Mhz
- Un régulateur de voltage 7805

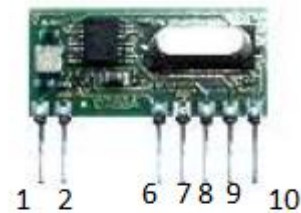
Nous nous sommes basés sur le tutoriel trouvable sur le site : embedjournal.com/make-a-rc-robot-car/.

Sur ce site, nous avons trouvé les schémas des circuits nécessaires à la conception de l'émetteur et du receveur.

Avant toute chose nous avons décidé de monter les moteurs sur des roues et de tester leur fonctionnement. Ensuite, nous avons décidé de monter les différents composants selon les schémas.

Nous nous sommes aperçus que le module de réception de signal à notre disposition ne correspondait pas à celui présenté dans le tutoriel. Celui du tutoriel est un récepteur possédant 8 broches et dont la datasheet était différente du receveur ASK que nous possédons (7 broches) Nous avons donc dû effectuer des recherches pour pouvoir corriger le branchement de notre schéma.

Le récepteur est le suivant :



Pin-Out

- 1) Antenna
- 2) Ground
- 6) Enable
- 7) Ground
- 8) Out RSSI
- 9) Out DATA
- 10) Vcc

Figure 4 Récepteur radiofréquence

La broche 1 est reliée à une antenne. L'antenne est un simple fil de cuivre que nous avons enroulé. La broche *Enable* sert à activer la réception, elle est mise à la source de tension, car nous voulons recevoir les données en continu. La broche Out RSSI est utilisée pour mesurer l'amplitude du signal reçu. Il s'est également avéré qu'avec ce schéma le récepteur recevait 5V en alimentation, or la tension maximum acceptée par celui-ci est de 3,6V, nous avons donc inséré un régulateur de tension de type LM317. Pour les autres composants il n'y avait pas de différence avec ceux du tutoriel.

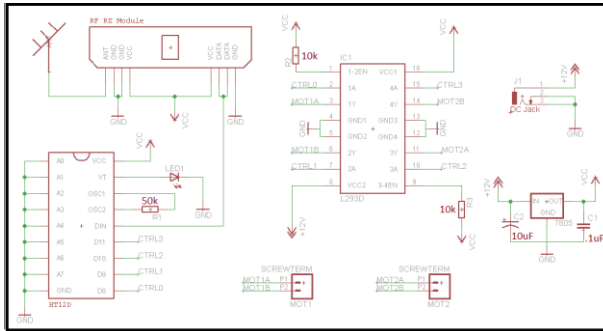


Figure 5 Schéma électrique de la réception

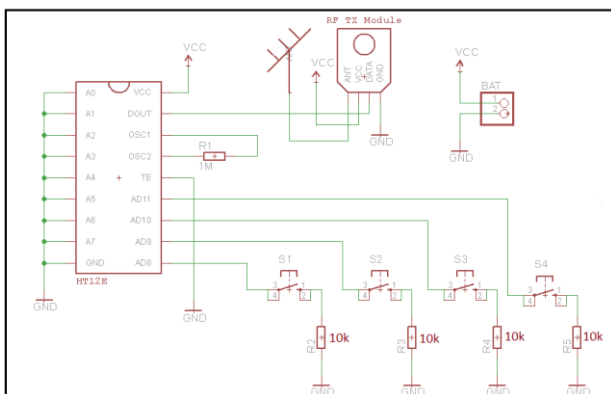


Figure 6 Schéma électrique de l'émission

Après implémentation du circuit nous l'avons testé et avons constaté qu'il ne fonctionnait pas. Nous avons alors débranché l'alimentation et avons testés les différentes parties avec un multimètre, nous avons constaté qu'il y avait un court-circuit. Après avoir corrigé les erreurs du circuit, la transmission fonctionnait correctement.

Après quelques essais de transmissions et réception, nous avons constaté que le module de réception était grillé, nous ignorons la raison de cet incident. C'est probablement dû à une pointe de courant lors de la mise sous tension.

Nous nous sommes également attelé à la conception du châssis de la voiture. Nous souhaitions y monter :

- La bobine d'induction
- Les différents PCB (redresseur, circuit de réception,...)
- Les moteurs
- Les roues

Nous avons utilisés le logiciel SolidWorks pour concevoir le châssis dont la représentation est dans la figure suivante :

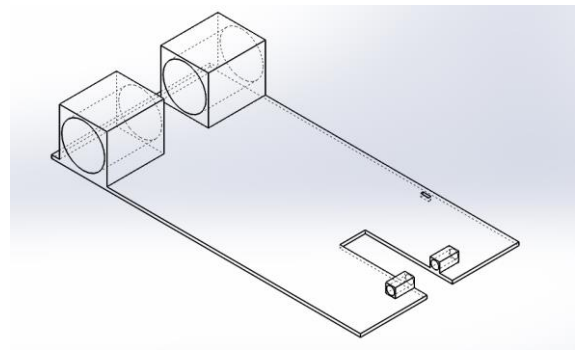


Figure 7 Châssis de la voiture

Il y a deux fentes dans lesquelles seront insérés les moteurs, un espace laissé libre sur lequel sera posé les PCB des différent circuit, une encoche sur laquelle sera fixée la bobine du secondaire et un espace pour une roue arrière qui permettra la stabilité mécanique de l'ensemble. Les pneus avant sont solidarisés avec les arbres des moteurs par un support que nous avons conçus, il une forme complémentaire à l'arbre du moteur d'un côté et de l'autre la forme est complémentaire à la fente des pneus.

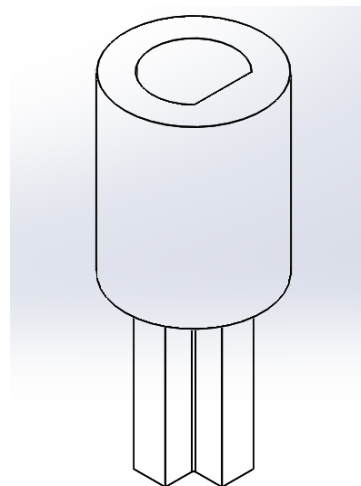


Figure 8 Support de solidarisation de la roue au moteur.

3.2. Réalisation de l'induction

Pour réaliser une induction nous avons besoin de générer un courant alternatif qui quand il passera dans la bobine va créer un champ magnétique. Ce champ magnétique va induire une tension dans le secondaire. Il existe une variété de circuits pouvant générer des tensions oscillantes, en début du bureau d'étude nous avons réussi à allumer une led en utilisant un de ces circuits. Mais l'objectif premier étant de charger une batterie, il faut une plus grande puissance que celle que peut fournir la plupart des circuits oscillant. C'est pour cette raison que nous avons choisis d'utiliser le circuit suivant :

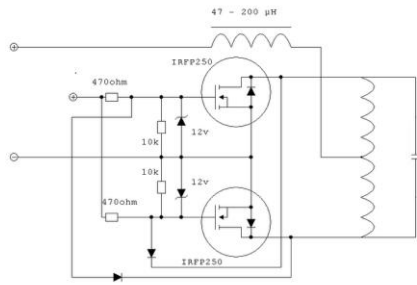


Figure 9 Circuit oscilateur du primaire

Ce circuit utilise des MOSFET qui peuvent supporter des tensions allant jusqu'à 200V, la puissance n'est donc pas un problème dans ce circuit.

Les transistors réels présentent des inhomogénéités, ils ne sont donc pas identiques c'est pour cela qu'il y aura un qui conduira avant l'autre lors de la mise sous tension du montage. Lorsqu'il y aura un transistor qui conduit le courant de grille de l'autre passe dans la partie du primaire qui conduit, avec pour conséquence de bloquer de plus en plus le transistor qui conduit moins. Quand le réservoir formé par le condensateur et le primaire se remplit, l'autre transistor se met à conduire, on a ainsi une tension sinusoïdale.

Pour le secondaire nous mettons une bobine et une capacité ayant les mêmes valeurs que ceux du primaire, car le circuit est résonant.

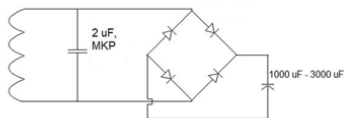


Figure 10 Circuit du secondaire

Pour réaliser cette partie nous avons besoin des composants suivants :

- 2 transistors MOSFET IRFP250.
- 2 résistances de 10kΩ
- 2 diodes de puissance
- 2 diodes zener
- 1 bobine toroïdale ayant une valeur comprise entre 200 et 400μH
- 2 capacités de 2μF en plastique, il vivement déconseillé d'utiliser des capacités polarisées.
- 1 capacité ayant une valeur comprise entre 1000 et 3000μF.
- Un câble en cuivre ayant un diamètre d'au moins 1.6mm (14 gauge).

Après avoir montés les composants selon les différents schémas, il ne reste plus qu'à fabriquer les inductances. Pour chaque inductance nous avons pris une longueur du fil de cuivre de 3m, et l'avons enroulé avec un diamètre d'environ 10cm. Pour la bobine du primaire nous marquer le milieu du fil que nous avons dénudé, pour avoir un point milieu.

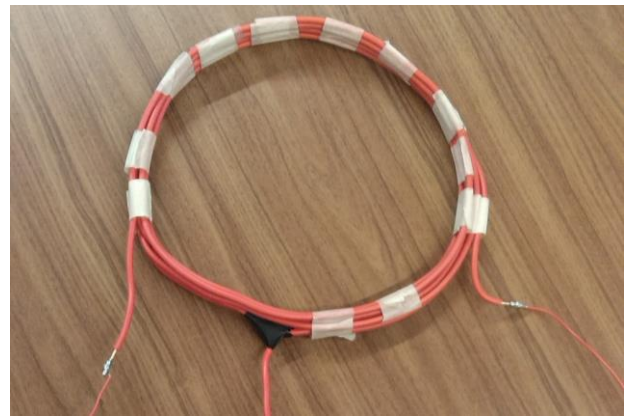


Figure 11 Bobine du primaire



Figure 12 Bobine du secondaire

Après la mise sous tension nous avons testé le circuit du primaire à plusieurs reprises et l'avons fait vérifier par un professeur sans résultat.

4. RESULTATS FINAUX

Finalement la commande de la voiture a fonctionné, mais le receveur a été grillé au dernier moment. La transmission par induction n'a pas fonctionné, nous avons essayés avec d'autres circuits oscilateur sans succès.

5. CONCLUSION ET AMELIORATIONS POSSIBLES

L'objectif premier du projet était de construire une voiture qui se recharge par induction, nous avons segmenté le projet en deux parties. La première partie était la construction de la voiture, nous avons choisi d'en réaliser une qui était télécommandée. La voiture était constituée d'une partie émettrice et d'une partie réceptrice, après implémentation de tous les circuits la commande de la voiture fonctionnait. Après quelques essais le module de réception fonctionnait jusqu'au moment où il a grillé, probablement à cause d'une pointe de courant. Une amélioration possible serait d'ajouté des capacités pour ramener les pointes de courant à la masse et des diodes de protection pour

protéger les modules de transmission et de réception qui sont particulièrement fragiles.

La deuxième partie du projet était la mise au point de l'induction, le principe étant de générer un courant sinusoïdal au primaire et d'induire une tension au secondaire. Nous avons choisi un circuit pouvant délivrer une puissance suffisante pour charger une batterie. Après plusieurs essais et vérifications du circuit, nous n'avons pas réussi à générer une oscillation. Les causes probables sont :

- La fréquence de basculement est trop basse, de ce fait l'inductance fait office de court-circuit
- Les transistors sont endommagés, cette piste est peu probable vu leur robustesse.

Une autre amélioration possible serait d'essayer de diminuer la valeur de la capacité pour augmenter la fréquence de résonance.

6. RÉFÉRENCES

- Flyback Transformer Drivers :
<http://uzzors2k.4hv.org/index.php?page=flybacktransformerdrivers>
- Make a Simple RC (Remote Controlled) Robot Car: <http://embedjournal.com/make-a-rc-robot-car/>
- Tout savoir sur la technologie de recharge sans-fil Qi :
http://www.frandroid.com/dossiers/136322_dossier-la-technologie-sans-fil-qi
- Wireless Power Charger :
<http://www.instructables.com/id/Wireless-Ipod-Charger/?ALLSTEPS>
- ZVS (Mazilli) Driver:
<http://adammunich.com/zvs-driver/>

ANNEXE A : MODE D'EMPLOI

Remarque : Nous n'avons pas mis de mode d'emploi pour l'induction parce qu'elle ne fonctionnait pas.

1. MATERIEL NECESSAIRE

- 6 Batteries AA de 1.2V pour la voiture
- 4 Batteries AA de 1.2V pour la télécommande

2. UTILISATION

Après avoir installé les batteries d'alimentation, on dirige la voiture avec les interrupteurs.

La direction de la voiture en tournant un moteur dans un sens et l'autre moteur dans l'autre sens.

Nous avons 4 boutons qui permettent de tourner chaque moteur dans les deux sens moteur.

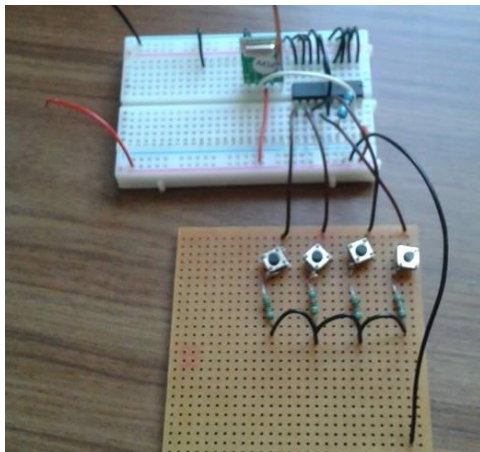


Figure 13 Récepteur et boutons

ANNEXE B

1. SCHEMA UTILISE POUR ABAISSER LA TENSION

Nous avons eu besoin d'abaisser la tension à trois pour le receveur RF de la voiture, nous avons utilisés pour cela un LM317 selon le schéma suivant :

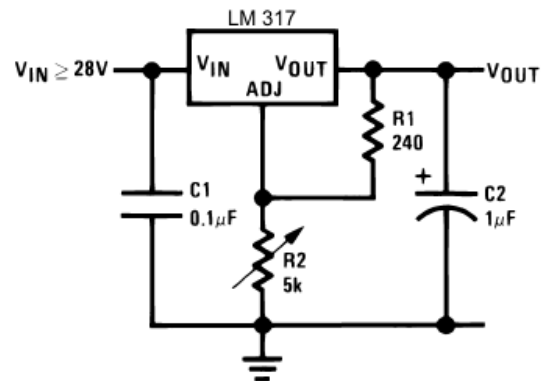


Figure 14 Régulateur de tension

2. ROUES UTILISEES



Figure 15 Roue utilisée